

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

11.11.2004

RECD 13 JAN 2005
WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 Date of Application: 2003年11月25日

出願番号 Application Number: 特願2003-393600

[ST. 10/C]: [JP2003-393600]

出願人 Applicant(s): 松下電器産業株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川

洋

【書類名】 特許願
【整理番号】 2015450051
【提出日】 平成15年11月25日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G02B 6/00
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 堀内 誠
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 木本 光彦
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 大久保 和明
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 金子 由利子
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
 【氏名】 坂上 美香
【特許出願人】
 【識別番号】 000005821
 【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100097445
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 岩橋 文雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100103355
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 坂口 智康
【選任した代理人】
 【識別番号】 100109667
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 内藤 浩樹
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 011305
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9809938

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

エネルギーを電磁放射線に変換し、所定の波長よりも長い波長での放射を抑制するためのエネルギー変換装置において、

前記エネルギー変換装置は、

少なくとも前記所定の波長よりも短い波長を含む電磁放射線を放射する電磁放射線源と

、前記所定の波長よりも長い波長の電磁放射線を抑制するために前記電磁放射線源の電磁波の放射側に配置され、前記所定の波長を抑制する大きさで形成された目の開きを有する、線材から形成された編物または織物である放射抑制手段とを備える、エネルギー変換装置。

【請求項 2】

前記目の開きは略四角形であり、当該四角形の一辺は $1\text{ }\mu\text{m}$ よりも小さい、請求項 1 記載のエネルギー変換装置。

【請求項 3】

前記線材の線径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項 1 記載のエネルギー変換装置。

【請求項 4】

前記放射抑制手段は、融点が 2000 K よりも高い高融点材料からなる、請求項 1 から 3 までの何れか一つに記載のエネルギー変換装置。

【請求項 5】

前記高融点材料は、タンクスチン、モリブデン、レニウム、タンタル、それらの化合物とから選ばれた群から選択される、請求項 4 に記載のエネルギー変換装置。

【請求項 6】

前記電磁放射線源は、タンクスチンまたはタンクスチン化合物であって、 2000 K 以上の温度で動作する、請求項 1 から 5 の何れか一つに記載のエネルギー変換装置。

【請求項 7】

前記編物または前記織物は、複数重なっており、

複数の前記編物または複数の前記織物の厚みは、前記所定の波長の電磁波の放射を制限するのに十分に厚い、請求項 1 から 6 までの何れか一つに記載のエネルギー変換装置。

【請求項 8】

前記所定の波長は、 780 nm である、請求項 1 から 7 までの何れか一つに記載のエネルギー変換装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】エネルギー変換装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、エネルギー変換装置に関し、特に赤外放射を抑制し高いランプ発光効率を有する白熱電球に関する。

【背景技術】

【0002】

人工光源で高い発光効率を得るための障害となるのは、エネルギーを可視光線に変換する場合、波長の短い可視光線を犠牲にして、人間の目に感ずることのない多量の波長の長い赤外線を放射する結果となることである。

【0003】

例えば安定器が不要、小型軽量、かつ演色性が人工光源中で最高であり、それゆえ世界で最も多く利用されている白熱電球では、この困難を乗り越えるための重要な手段は、放射体の動作温度を高めることと、赤外線領域でできる限り放射量が少ない放射体を探索することであった。歴史的に見れば、この結果は、放射体として炭素を用いる炭素フィラメント白熱電球から、現在のタンクスチンフィラメント電球へと改善されることで、より高温での動作を達成することができ、赤外線領域でのエネルギー部分をより小さくしつつ効率を高くしてきた。

【0004】

しかしながら、このような努力においても、現在のタンクスチンフィラメントを利用する白熱電球は、可視波長域の放射が全体の10%程度で、それ以外は主に赤外放射が70%、封入ガスによる熱伝導や対流による熱損失が20%であり、発光効率は151m/W程度と人工光源のなかで最も低いレベルに属する。この性能は1930年代に達成されて以来、飛躍的には改善されていない。

【0005】

その一方で、放射体からの赤外放射を画期的に抑制し、ランプの発光効率を飛躍的に向上を図る手段も知られている（例えば、特許文献1参照）。これは、発光体の表面に、導波管と成る微細なキャビティを形成することにより、所定の波長（例えば赤外線）より短い波長の電磁線のみを選択放射し、したがって赤外放射を抑制するものである。これによれば、例えば、約150nm間隔で幅約350nm、深さ約7μm程度のキャビティを形成することで、およそ波長700nmよりも長い波長の赤外放射を抑制することが可能となり、2000Kから2100Kの動作温度で発光効率が従来の6倍にも向上することが開示されている。

【特許文献1】特開平03-102701号公報（例えば、第6頁左下欄）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら上記背景技術の大きな課題は、ナノレベルのキャビティを形成する加工面で相当な困難性があるのに加えて、たとえその困難を乗り越えたとしても、信じられないことに、フィラメント材のタンクスチンの融点が3000Kよりも高いにもかかわらず、たった1200K程度の動作温度において、数分間の動作時間で、キャビティが崩壊しまうことである。すなわち、背景技術は、数分間の動作時間で、ランプ発光効率向上の効果がなくなるという課題を有していた。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされ、その目的とするところは、赤外放射を抑制する手段を有する白熱電球において、例えば2000K以上の動作温度でも、長時間、赤外線抑制効果を維持する、効率の高い白熱電球を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明のエネルギー変換装置は、エネルギーを電磁放射線に変換し、かつ所定の波長よりも長い波長での放射を抑制するためのエネルギー変換装置において、前記エネルギー変換装置は、少なくとも前記所定の波長よりも短い波長の電磁波を放射する電磁放射線源と、前記所定の波長よりも長い波長での電磁放射線を抑制するために前記電磁放射線源の電磁波の放射側に配置され、前記所定の波長を抑制する大きさで形成された目の開きを有する、線材から形成された編物または織物である放射抑制手段とを備える。

【0009】

好適な実施形態において、前記目の開きは略四角形であり、当該四角形の一辺は $1 \mu\text{m}$ よりも小さい。

【0010】

好適な実施形態において、前記線材の線径は $2 \mu\text{m}$ 以下である。

【0011】

好適な実施形態において、前記放射抑制手段は、融点が 200K よりも高い高融点材料からなる。

【0012】

好適な実施形態において、前記高融点材料は、タンゲステン、モリブデン、レニウム、タンタル、それらの化合物とから選ばれた群から選択される。

【0013】

好適な実施形態において、前記電磁放射線源は、タンゲステンまたはタンゲステン化合物であって、 200K 以上の高温で動作する。

【0014】

好適な実施形態において、前記編物または前記織物は複数重なっており、複数の前記編物または複数の前記織物の厚みは、赤外線範囲の電磁放射線を制限するのに十分に厚い。

【0015】

好適な実施形態において、前記所定の波長は 780nm である。

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、エネルギー変換装置（例えば、白熱電球のフィラメント）において、電磁放射線源の電磁波の放射側に所定の波長の電磁波の放射を抑制する編物または織物の放射抑制手段を配置することによって、電磁放射線源からの赤外放射を長期間抑制することができ、白熱電球においては赤外放射量に対する可視放射量の割合を高めるため高発光効率かつ実用的な寿命を提供する事ができ、例えば省エネルギーに寄与し、地球環境保全に大きく貢献する事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

タンゲステンフィラメント形式の白熱電球において、本発明の適用を理解するためには、まず背景技術に見られた、フィラメント表面に可視光波長程度の寸法のキャビティを設けた場合、タンゲステンの融点よりもはるかに低い動作温度で、キャビティが崩壊してしまう理由を説明する。

【0018】

主要な崩壊のメカニズムは、タンゲステン原子の移動に起因するものと予測できる。すなわち、実際のタンゲステンは原子の並び方に多数の乱れをもつ格子構造をとっている（格子欠陥）。この格子欠陥のおかげで、原子や結晶粒は不連続で不規則な配列をとなって、乱雑な結合組織を作っている。このような結合組織の状態は高温状態となると、活発に蒸発して飛散するほどの熱エネルギーでない場合であっても、安定構造をとるように活発に運動を起こす。例えば、粒界があたかも蝶番のような働きをして結晶粒が運動を起こすなどである。このような現象は、凹凸が存在する金属表面などが高温状態になると、あたかも金属が液体のごとく、自然と、それを平滑化するように運動を起こすために、結果として、平滑化された表面となってあらわれる。したがって、タンゲステン表面に形成され

たキャビティ（前記凹凸に相当）は、意外な程の低温（例えば、タンゲステンがあまり蒸発しないような温度）であっても、容易にそのキャビティを埋めて表面を平滑化してしまう可能性がある。ましてや、キャビティの寸法が可視光波長程度（ナノ[nm]オーダー）の場合は平滑化が容易に起こる可能性が高い。寸法が可視波長程度のキャビティ自身、ひょっとすると、格子欠陥に属するような凹凸であるかもしれない。

【0019】

しかしながら、非常に細い金属の線材においては、例え格子欠陥が存在し、したがって高温状態において安定構造となるように原子や結晶粒が流動を起こしても、その方向は線材の軸方向（線の長さ方向）に沿うものであることに留意する事は重要な事である。この非常に細い線材について本発明が適用される。

【0020】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されない。

【0021】

（実施の形態1）

図1は、本発明の実施の形態1における白熱電球における放射体部の構成を示す図である。ここでいう放射体とは、よく知られた一般の白熱電球において発熱し発光するフィラメント部分のことを意味し、投入されたエネルギー（例えは電気的なエネルギー）を電磁放射線に変換し、所定の波長よりも長い波長の放射を抑制する働きをする。

【0022】

図1において、少なくとも所定の波長よりも短い波長を含む電磁放射線を放射する電磁放射線源（タンゲステンからなる放射体であって、以降「放射体1」という。）の周囲には、放射体1から所定の波長よりも長い波長の電磁放射線を抑制するために放射抑制手段が配置されている。本実施の形態では、放射抑制手段は細いタンゲステン線を織って作られた織物（以降、「メッシュ2」という）で構成されている。なお、本実施形態では、放射体1の周囲を取り囲むようにメッシュ2を配置したが、放射体1の電磁波の放射側に少なくとも配置されていれば良い。例えは、板状の放射体1において一面を鏡面仕上げした場合には、他面にメッシュ2を配置する場合などである。

【0023】

放射体1は、図には示していないが、例えは、一般の白熱電球の構成部品である2本のステム線が電気的に接続され、それらから電気エネルギーが供給される事で、発熱・発光する。本実施形態では、放射体1は、2000K以上の温度で動作している。

【0024】

本実施形態では、メッシュ2を形成する線材3は、線径が約390nmのタンゲステン線3からなる織物であって、図2の拡大図に示すように、その略四角形の目の開きの一辺の寸法Aは、約390nmである。このような構成の場合、メッシュ2は目の開き部分が、その寸法Aの2倍のカットオフ波長780nmの導波管の役割を果たす。温度2000Kでのタンゲステンの抵抗値を $59.1\mu\Omega\cdot cm$ とすると、波長780nmではタンゲステンの表皮厚さは197nmであるのに対し、メッシュ2のタンゲステン線3の線径は390nmであるから、隣り合う目の開きが総合に連結してより大きなカットオフ波長を有する導波管となることはない。

【0025】

したがって放射体1からメッシュ2に向けられた波長780nmよりも長い波長の赤外放射は、メッシュ2の導波管が、その波長よりも大きな放射モードを通さないために、メッシュ2で反射する。

【0026】

このとき780nmよりも長い波長のフォトンは、メッシュ導波管の分離体であるタンゲステン線からのみ放射されるが、これは、メッシュ2の開き目の開口率が25%であるので、実質的に75%に低下する。その結果、可視光放射に対する赤外放射の量が減少し、効率が改善される。

【0027】

導波管の役割を果たすメッシュ2は、背景技術のように、放射体1の表面にキャビティ導波管を形成した場合のように、タンゲステンの融点よりもずっと低い温度で、表面拡散などにより表面が平滑されキャビティが崩壊し、したがって導波管がなくなってしまうようなことはない。上述したように非常に細い線材においては、例え格子欠陥が存在し、したがって高温状態において安定構造となるように原子や結晶粒が流動を起こしても、その方向は線の軸方向に沿うものであるので、線自身が崩壊し消滅することはないからである。

【0028】

このことは従来のように熱放射体の表面にキャビティ導波管を形成する場合よりも、より高い動作温度を保証することになり、結果としてウイーンの変位則からピーク波長が短くなつて可視域に近づくため、より高い発光効率が期待できる。

【0029】

さらに放射抑制手段としてタンゲステン線3からなるメッシュ2を適用する効果は、その耐熱性により、放射体1の近傍に、それを配置することができる。この利点は、よく知られた公知の、放射体を、赤外線を吸収し可視光線を通過させる薄膜（あるいはその膜を表面に形成したガラス）で取り囲むランプと決定的に異なる。すなわち、メッシュ2を放射体1の近傍、例えば、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下の間隔で配置した場合、開き目を通じて放射体1を見れば、それは黒体となって見える。したがって、開き目の放射率が増加するはずで、開き目を通過してくる可視光線の放射量が増加し、発光効率がより向上する。この意味において、メッシュ2はその一部や全体が放射体1と接していてもかまわない。

【0030】

なお、別の実施の形態においては、図3に示すように、放射抑制手段2であるメッシュ2は、複数枚のメッシュ2から構成されていてもかまわない。これは導波管の路長を実質的に長くするために、開き目からもれ出てくる所定の波長の電磁波の放射を抑制するのに効果がある。さらに、放射抑制手段2が放射体1と少し離れて配置されても、開き目の深さが所定の波長の電磁波の放射を抑制するのに十分であれば（例えば少なくとも開き目の寸法の1.5から2倍以上の深さがあれば）、重なった開き目の部分は黒体化するので、可視放射率が黒体レベルにアップし、発光効率が増加する。

【0031】

なお、メッシュ2の開き目の一边の寸法Aは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましい。すなわち、カットオフ波長が寸法Aの2倍である $2\text{ }\mu\text{m}$ を超えると、相当多くの赤外放射がメッシュを通過する。さらに、メッシュ2を放射体1の近傍に配置して開き目が黒体となって見えた場合には、カットオフ波長よりも短い波長の全波長領域が放射率が黒体レベルの1になる。この場合、一般のタンゲステンの赤外線領域の放射率は $1.5\text{ }\mu\text{m}$ まで（ここでは「短波長領域」という。）が 0.4 であり、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ 以上（ここでは「長波長領域」という。）が 0.2 であるので、これらの両領域が黒体レベルである1になると、短波長領域よりも長波長領域の方が増加率が高くなる。短波長領域よりも長波長領域の方の増加率が増加すると、かえって可視放射量に対する赤外放射量が増加し、メッシュ2を設けない場合よりも逆に著しく発光効率が低下してしまう。このことは、また、ウイーンの変位則から、温度 2000 K では、波長 1500 nm 付近に黒体放射の最大が位置することからも推測できる。なお、下限は可視光線領域の光を通過させる必要から、 380 nm 程度である。

【0032】

また、線材3の径は $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下が好ましい。この線径3において開き目の寸法が $1\text{ }\mu\text{m}$ の場合、開き目の開口率は10%確保でき、実用的な効率向上が得られる。

【0033】

さらに好ましくは線材の径は 780 nm 以下が好ましい。この場合、波長 780 nm 以上のフォトン自身が、線に吸収／放射されにくくなることが期待され、したがって線径から発せられる赤外放射量が低下し、結果としてメッシュ2から出てきる放射において、可視放射量に対する赤外放射量の割合は低下し発光効率がさらに向上することが予期できる

。下限はタンクスチーンの表皮厚さ程度、典型的には波長780nmに対するその値、約197nm程度が必要である。

【0034】

なお、放射抑制手段であるメッシュ2は、タンクスチーンに限らず、モリブデンやレニウム、タンタル、あるいはそれらの化合物からなるような2000Kよりも高い融点を有し、その温度に耐えられる材料であることが望まれる。なぜなら人の目に感じる人工光源として利用する場合、あまり不自然に赤みの強い光色とならないようには、400nm程度の短い波長の放射が適当な割合で含まれることが必要で、これは熱放射体の動作温度が、2000K以上である場合に達成できるからである。

【0035】

また、放射抑制手段であるメッシュ2は織物であってもよいし、さらにはどけにくく形状維持性がよい編物であってもよい。

【0036】

メッシュ2を構成するタンクスチーン線の断面形状は、略円形であってもよいし、略四角形であってもよい。略四角形なら導波管に相当するタンクスチーン線の内側面（開き目の構成する線で内側であって、開き目の内側を向いている面）のうち、開口側を向く面積が、円形の場合よりも少なくなるので（すなわち、導波管を形成するタンクスチーン線の4つの内側面は、各々対面する内側面に向いており、開口側を見たときの立体角が小さいが、円形の線の場合は表面が丸なので、開口に向かって内側面が開いている割合が大きい）開き目からの赤外線の漏れがより少なくなるという効果が得られる。

【0037】

また、本実施形態では、放射体1はタンクスチーンから形成されたていたが、タンクスチーン化合物から形成されていてもよい。

【0038】

なお、放射体1は一般の白熱電球にみられるコイル状に巻かれたタンクスチーンフィラメントでもよいし、またそのタンクスチーンフィラメントの表面に赤外放射を抑制するためのキャビティが設けてあってもよいし、あるいは放射抑制手段であるメッシュ2のように、高温材料からなる金属のメッシュのようなものから構成されていてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0039】

本発明にかかるエネルギー変換装置は、例えば白熱電球のフィラメント部分（放射体）に適用可能であって、一般家庭はもちろんのこと店舗や自動車の前照灯等の用途にも応用できる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の実施の形態1である白熱電球の放射体の構成図

【図2】本発明の放射抑制手段であるメッシュの拡大図

【図3】本発明の複数枚からなるメッシュで構成された赤外抑制手段を説明する図

【符号の説明】

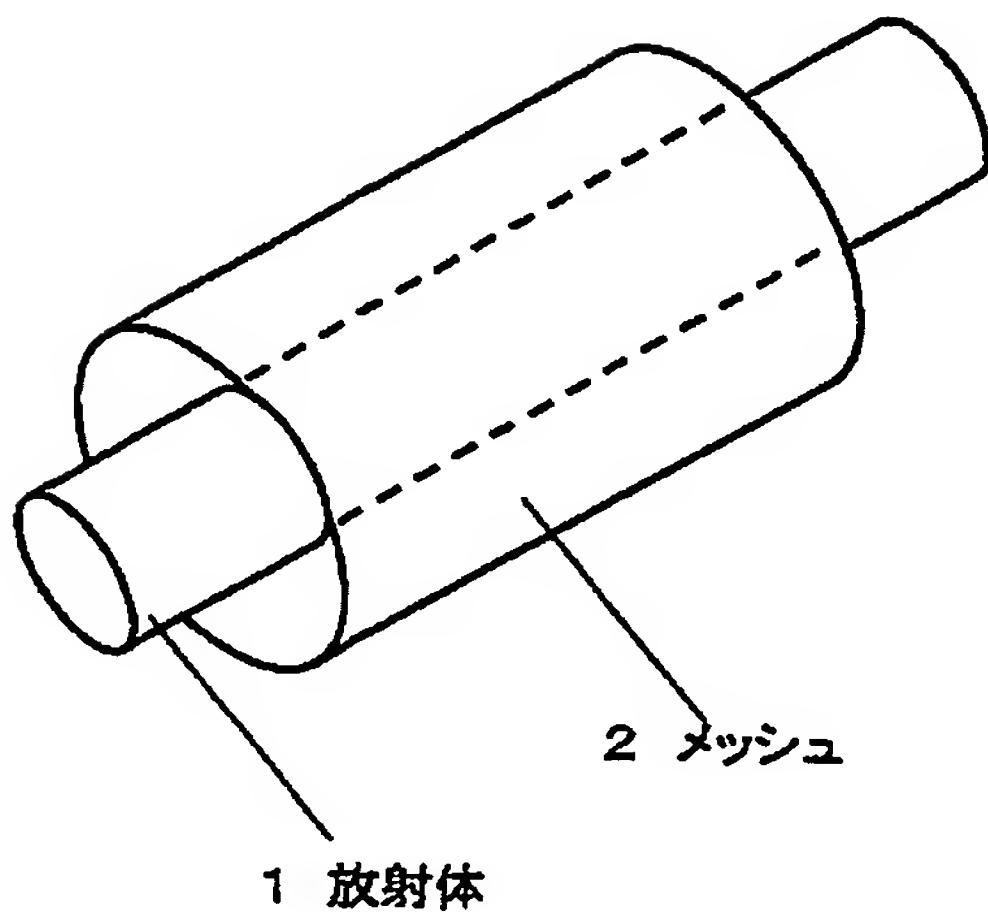
【0041】

1 放射体

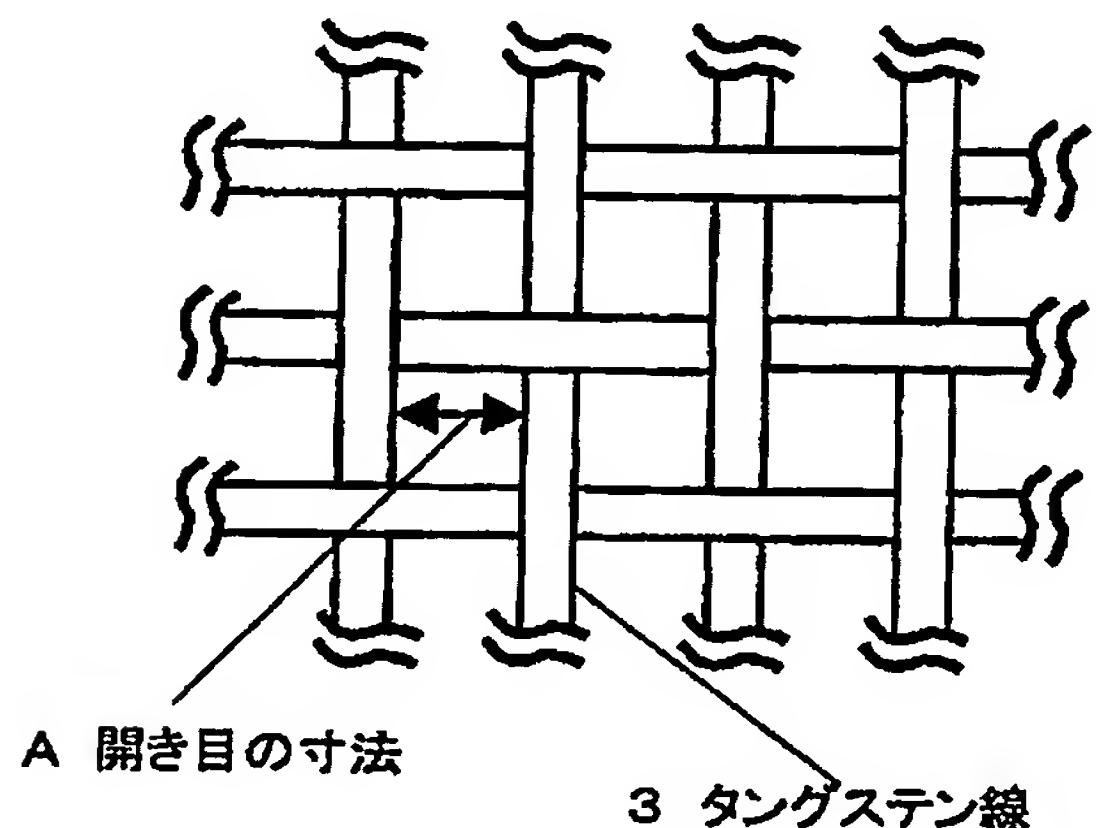
2 メッシュ（織物）

3 タンクスチーン線

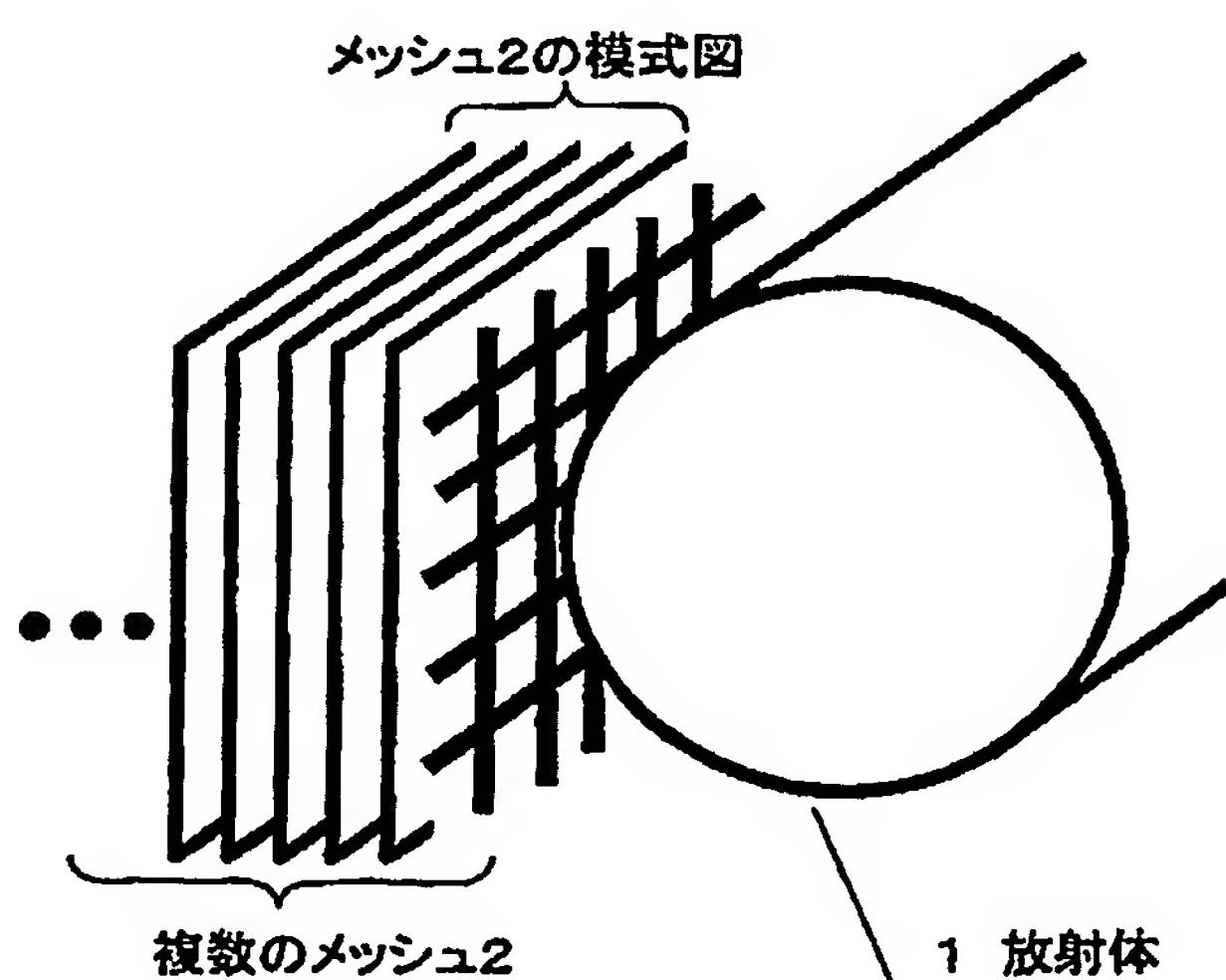
【書類名】 図面
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】赤外放射を抑制する手段を有する白熱電球において、長時間、赤外線抑制効果を維持する、効率の高い白熱電球を提供すること。

【解決手段】エネルギー変換装置（例えば、白熱電球のフィラメント）において、放射体1の電磁波の放射側に所定の波長の電磁波の放射を抑制する編物または織物のメッシュ2を配置することによって、電磁放射線源からの赤外放射を長期間抑制することができ、白熱電球においては赤外放射量に対する可視放射量の割合を高めるため高発光効率でかつ実用的な寿命を提供する事ができる。

【選択図】図1

特願 2003-393600

出願人履歴情報

識別番号 [000005821]
1. 変更年月日 1990年 8月28日
[変更理由] 新規登録
住所 大阪府門真市大字門真1006番地
氏名 松下電器産業株式会社